

为核武器的突破与发展殚精竭虑

——祝贺于敏院士七十寿诞

郑 绍 唐

(北京应用物理与计算数学研究所 北京 100088)



于敏院士是我国著名的理论物理学家，今年8月16日是他的七十诞辰。我衷心地祝愿他健康长寿！

于敏先生1926年8月16日出生于河北宁河。其父于振霄是一名小职员，有一女一子，家境清寒。高中时期(1941—1944)，于敏就读于天津市立第一中学、木斋中学和耀华中学。因门门功课成绩第一而名闻全校；又因待人诚恳，学业上乐于助人，深受同学尊敬，师长钟爱。高中毕业前夕，其父失业，无力供其继续上学。这时，其同学之父，启新洋灰公司协理陈范有先生出于爱惜人才，将于敏介绍给该公司，由启新资助，于1944年入北京大学工学院电机系学习。1946年组成西南联合大学的北京大学迁回北京，于敏转学进入北京大学理学院物理系，领到了助学金，遂辞谢启新资助。大学时期，于敏成绩超群，品学兼优。在学习讨论中，他常常见地独到，语惊四座。在物理学中，他尤爱量子场论，并以此作为他攻读研究生的专业方向。

1949年大学毕业后，于敏先后师从张宗燧、胡宁两位先生，留校攻读研究生兼助教。在胡宁先生指导下完成了第一篇论文：“核子非正常磁矩”。1951年调到中国科学院近代物理研究所(1956年改为原子能研究所)，在彭桓武先生领导下，从事原子核理论研究。他和合作者一起完成的“关于重原子核的壳结构理论”、“关于原子核独立粒子结构的力学基础”、“一个具有等间隔能谱的费米系统”等研究工作，达到了当时这一学科相当高的水平。钱三强先生称赞于敏的工作“填补了我国原子核理论的空白。”60年代初，诺贝尔物理学奖获得者、丹麦著名核物理学家A.玻尔访华时，同于敏一接触，就

说他是个“出类拔萃的人”。1955年，由于在原子核理论研究方面做出的成绩，于敏被授予全国青年社会主义建设积极分子称号。1956年晋升为副研究员。

1961年，发生了决定他一生的重大转折。一天，钱三强所长找他谈话，希望他参加1960年底在原子能所开始的氢弹原理研究。当时，我国的核武器研究机构正忙于研制第一枚原子弹，二机部党组在1960年末作出部署，要求原子能所在氢弹原理探索方面先行一步。在钱三强先生领导下，1960年12月成立了一个理论探索组。尽管于敏在这之前一直从事基础研究，他自己也觉得他的性格比较适合集体性不那么强的、比较自由的基础研究工作，但他还是毅然服从了组织的安排。他说，自此以后的30年中，“我一直深入实际，昼夜思虑，全力以赴。中华民族不欺侮旁人，也决不受旁人欺侮，核武器是一种保障手段。这种朴素民族感情、爱国思想一直是我的精神动力。”

核武器这个研究领域，当时对于敏来说是完全陌生的。抓什么课题？于敏一直以“矛盾论”的“外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用”作为研究工作的指导思想。氢弹内因是热核反应动力学，热核反应在高温、高密度等离子体中进行，辐射起重要作用。要掌握内因、创造外部条件必须研究这些领域的现象和规律。在原子能所的四年时间里，他和黄祖洽、何祚庥等同志一起研究清楚了高温、高密度等离子体状态下许多基本现象和规律，例如各种形式能量之间的相互转换、弛豫和耗损，各种类型波的发生、发展和相互作用，能量输运过程、热核燃料点火与燃烧的规律等，

为突破和研制氢弹奠定了一些必要的基础。当时研究工作的条件相当不好。氢弹反应过程的物理现象十分复杂,没有电子计算机的帮助,研究工作是很难进行的。但当时我国只有每秒一万次的电子管计算机,能够分配给他们使用的时间每星期只有十几个小时。就在这样困难的条件下,于敏依靠他扎实的物理学和数学基础,依靠他把复杂的物理问题进行分解和在诸多矛盾中抓住主要矛盾的本领,也依靠科研集体的共同努力,解决了大量基础课题。氢弹的物理设计包括原理、材料和构形三个要素。认识和掌握这三个要素的基础是核武器物理。后来的实践证明,这一段的应用基础抓住了要点,发现的现象和规律大都是正确的、重要的,对氢弹的突破和研制起了重要作用。在基础研究的同时,他也不断探索设计氢弹的途径,解决了其中某些基本问题,提出了一些有进一步发展可能的技术途径并建立和初步研究了相应的模型。

1964年10月16日我国第一枚原子弹爆炸成功。这标志着我国已经掌握了设计制造原子弹的科学技术。研制氢弹的任务更加紧迫了。1965年1月于敏和原子能所的部分同志被调到核武器研究设计院(九院),于敏担任理论部副主任。理论部在交出第一枚原子弹的物理设计方案后,从1963年起在彭桓武副院长和邓稼先主任等科学家的领导下就开始了氢弹研究,进行了多路探索。理论部是一个学术民主、作风踏实、思想活跃、团结奋进的科研集体。他们的探索对于敏的思想也有所启发。在理论部于敏还了解、掌握了必要的原子弹知识。但氢弹毕竟是复杂系统,探索过程中“山穷水尽疑无路”是常事。

1965年9月下旬,于敏带领一批同志到上海利用华东计算机研究所的J501计算机对加强型原子弹模型进行优化设计,力求达到高威力。那时,大家都还年轻。于敏也才38岁。这次与他一起出差的,大部分是刚出校门不久的年轻人。他们热情很高,干劲十足,但是不熟悉氢弹的基本知识,也缺乏科研实践的锻炼。为了在工作中提高他们的水平,于敏选择了几个

典型计算结果作了系统分析,结合理论作了系列学术报告(以后在突破其他类型核武器时,也经常是这样做的)。那些年轻同志从纸带里看不出来的东西,经过于敏一分析就变成了活的知识,透过现象触及到了事物的本质,一条条规律被归纳出来了。就这样通过把基础理论与计算机实验相结合,深化了对规律的认识,找到了问题的关键,明确了充分进行热核反应的条件。但为了创造条件,只有利用核裂变能量才行。如何利用核裂变能,这又是一个高难度的物理问题。于敏在这里显示了他作为理论物理学家的深厚功力、敏锐的洞察力和对复杂问题进行物理解析的研究经验。他将从裂变反应开始的氢弹动作过程分成几个阶段,深刻分析了每一阶段的本质特征、各个阶段的区别与联系。他全面分析了起作用的诸种物理因素,掌握了它们量的界限。通过选用性能合适的材料和正确的构形促进好的因素的发展同时抑制坏因素。他一面对问题进行物理解析,一面陆续报告讨论。根据讨论中产生的新想法,又及时提出新课题,大家再开展系统研究。如此紧张热烈,日以继夜,不断提出问题、解决问题,终于发现了一批重要的物理现象和规律,形成了一套从原理到构形基本完整的物理方案,实现了氢弹的原理突破。这对于敏起了关键作用,作出了重大贡献。接着,在邓稼先主任领导下,理论部又反复研讨,集思广益,使方案更为完善。随后,通过理论、实验、技术设计和加工等各部门同志的通力合作,解决了不少技术难题。终于在1966年12月28日成功地进行了氢弹原理试验,并于半年后爆炸了我国第一枚空投氢弹。从原子弹爆炸到氢弹突破,我国只用了两年多的时间,与其他国家相比,速度是最快的。

在氢弹突破之后,我国进行了武器化和提高武器性能的工作,又取得了多次重大进展和突破。在这期间,直到80年代中期,于敏是核武器理论研究的主要负责人,主持和指导了大多数核试验和核武器物理方案的预先研究、设计和制定。在核装置武器化和提高性能的新的突破中又做出了重大贡献。

在制定我国核武器发展的长远规划中,于敏发挥了重要的作用。在国防科工委领导下,由于我国对核武器发展规划、目标选择和技术途径的确定采取了积极又慎重的态度,使得在实际发展中走的弯路比较少,因而能用比美苏少得多的核试验,少得多的经费,使设计技术达到了相当高的水平,走出了一条有自己特色的发展核武器的道路。

于敏十分重视核武器物理基础研究,提出并指导了许多重要物理现象和规律的研究,指导并亲自解决了核武器发展中大量关键性的理论问题。在非平衡辐射流体力学、等离子体物理、中子物理、爆轰物理、统计物理等核武器物理所涉及的应用基础研究方面,都做出了重要贡献。我国的核武器研制能够不断取得高效发展的重要原因之一,就是在物理设计中,不但知其然,而且力求做到知其所以然。对这种优良学风的形成和发展,于敏起了重要作用。

于敏有极强的判断能力,这不是凭空而来的。他总是把复杂的过程进行物理分解,并且逐一解决。这就使他对核武器物理设计的每个环节,都有深刻的了解。他的强烈的事业心、高度的责任感,使他时时刻刻都在对每一个环节进行着思考。一旦发现可能影响成败的某个因素,一定追根究底,绝不放过任何一个哪怕是细小的隐患。设计中的大部分问题力求通过细致的实验室工作解决,对必须热试验考核的关键问题,他总是通过反复计算与思考,使物理设计做到既先进,又留有恰当余量。于敏的责任心是非常感人的。一旦任务在身,就寝不安席,食不甘味,兢兢业业,殚精竭虑。

于敏的讲课在研究所里受到普遍的欢迎。严谨的逻辑推理,一下抓住实质的功力,清晰的物理概念,独到的见解,以及准确的遣词造句、生动的表达方式,使他的讲课独有一种魅力。许多人说:“听老于讲课是一种享受”。由于保密的原因,他的著述多未公开发表。这些著述,有许多就是根据他在研究所内的讲课稿整理而成的。它们在指导核武器与高技术研究,在培养干部中都起了重要的作用。

于敏又是理论联系实际榜样。他对实验的了解,常常使常年从事实验工作的同志叹服。他根据核武器物理过程特点提出的测试意见,对推动一些测试技术的发展,起了很大的作用。

于敏时刻注视着世界高科技的发展。他是一些高科技项目在我国发展的热心倡导者、开拓者和重要组织者之一。他高瞻远瞩,敏锐地发现并及时抓住科学技术新的生长点。70年代初,他就意识到惯性约束聚变在国防上和能源上的重要意义,亲自讲课,并立即组织、指导了我国理论研究的开展。1988年12月12日,他与王淦昌、王大珩院士一起上书邓小平等中央领导,建议将惯性约束聚变列入我国高技术发展计划。他们的建议已被采纳。从80年代末开始,他还在组织、指导X光激光研究上花费了不少心血。

于敏不但才华出众,而且品德高尚。他对学问孜孜以求,对名利十分淡泊。他把对生活上的要求降到了最低,对科学的未知领域的探索却从未中止过。他严于律己,宽以待人,谦虚谨慎,作风民主。即使在“文化大革命”中也不畏强暴,顶住了当时的少数军管会领导对理论部的所谓“理论脱离实际”的无理指责,坚决不同意他们对一次试验的物理方案的错误修改。在作具体工作的同志受到压力时,他主动承担技术责任。这种始终坚持正确技术途径不为强暴所屈,不为利害所移的精神,表现了一个科学家的骨气,是难能可贵的。为了国家的富强与安全,他在一个保密性极强的工作岗位上,无私奉献,数十年如一日,表现了中国知识分子的优秀品质。

1965年以后,于敏先后担任理论部副主任,研究所副所长、所长、副院长、能源部核工业总公司科技委副主任、中国工程物理研究院科技委副主任。现任中国工程物理研究院高级科学顾问、国防科工委科技委名誉顾问。1980年恢复技术职称后任研究员,同年被选为中国科学院学部委员(1994年改称院士)。为表彰他的功绩,1984年四川省授予他劳动模范称号;

光的波动学说的有序发展

王较过 季淑莉

(陕西师大物理系 西安 710062)

光的世界,五彩缤纷.人类对光的认识经历了由现象到本质、由简单到复杂、由个别知识积累到形成光学知识结构等一系列循序渐进、螺旋上升的过程.不同时代,光学形成不同发展时期和知识结构,随着科学技术的发展,光学知识结构不断更新和完善,人类对光的认识也不断变化.本文对光的波动说的发生、发展和完善作一初步讨论.

一、萌芽时期

17世纪中叶,已经发明并制造了望远镜、显微镜等光学仪器,发现了光的直线传播定律,光的独立传播定律,光的反射和折射定律,费马原理等规律,人们已认识了光的几何性质,初步建立了几何光学知识的基本结构.与此同时,人们又发现了一些违背几何光学知识的现象.意大利格里马尔迪(F. M. Grimaldi, 公元1618—1663)通过观察放在光束中小棍的影子发现衍射现象和双光干涉.1669年,丹麦科学家巴塞林(公元1625—1698)发现光的双折射,这些现象的发现在光学发展史上有重大意义,因为用当时已有的几何光学知识解释这些现象遇到极大困难,它迫使人们对光的行为和本性进行新的认识.

格里马尔迪为了解释衍射及双光干涉现象,假定光是以极快速度传播、能够作波浪式动作的流体.英国物理学家胡克(Hook Robert, 公元1635—1703)主张光是一种振动.他指

出:在均匀媒质中,光的振动“在各个方向上都以相等速度传播,于是发光体的每一脉冲和振动都必须形成一个球面,这个球面将不断扩大,如同投石于水中后引起的越来越大的球状波一样.”荷兰物理学家惠更斯是波动说的创立者,他在1678年《论光》中明确指出:“光同声音一样,是以球面波传播的.这种波,同石子投在平静的水面上所形成的波相似.”他提出了惠更斯原理,形成了比较完整的惠更斯波动理论.惠更斯波动理论很好地解释了反射折射及双折射现象,解释干涉和衍射现象也获得了一定的成功.但是由于时代的限制,惠更斯波动学说有很大缺陷.在惠更斯时代,人们只知道纵波,惠更斯认为光也是一种纵波,因此这种理论不能解释当时已发现的偏振现象.此外,由于17、18世纪经典力学已经建立并取得很大成就,人们总想用经典力学的概念描述并解释光学现象,因而光的波动学说没有被立即承认,一百多年后,到19世纪初,由于托马斯·扬(T. Young 公元1773—1829)和菲涅耳(A. Fresne 公元1788—1827)等人的工作才使光的波动说重新兴旺并向前发展.

二、发展时期

19世纪初期,是波动光学发展的辉煌时期.首先,出现了杨氏的第一个光学研究,杨氏提出“光波”一词,引入“波长”的概念,清楚的表述了光波干涉.他还用波的叠加原理解释了薄膜的颜色和牛顿环,并做了著名的杨氏实验.杨氏根据实验结果,运用波的理论,首次计算了光波波长,尽管测量结果误差较大,但确定无疑的告诉人们光波的波长很短.

法国工程师菲涅耳对创立光的波动理论做出了巨大贡献,他认为自然界应遵守简单性和

1985年核工业部授予他劳动模范称号,全国总工会授予他“五一”劳动奖章和全国优秀科技工作者称号;1987年国务院授予他全国劳动模范称号.由于他在核武器科学技术上的卓越贡献,1982年他作为主要完成者获国家自然科学

一等奖,1985年以排名第一、1987年以排名第二、1989年以排名第一三度获得国家科学技术进步奖特等奖.1992年获光华科技基金特等奖,1994年获求是杰出科学家奖.他是第六、七、八届全国政协委员.